

利用雲型影像特徵和氣象數據建構短時效天氣預測 模型與應用

專題編號：114-1-CSIE-S022

執行期限：113 年第 1 學期至 114 年第 1 學期

指導教授：劉傳銘

專題參與人員： 111820010 林易宣

111820024 廖翊宏

111820034 賴昱宏

111820036 許皓祺

一、摘要

本研究旨在建立一套結合影像辨識與氣象觀測數據的短時降雨預測系統。研究以 YOLO 模型進行雲型辨識，輸出雲型類別、信心分數與影像亮度等特徵，並與中央氣象局逐小時降水紀錄整合，定義 RainNow、RainNext1h 與 RainNext2h 作為分類標籤。

在模型訓練方面，採用 Decision Tree 與 Balanced Random Forest 分類器，並搭配 SMOTE/ADASYN 處理少數類別。多隨機種子實驗顯示，最佳模型準確率達 95% - 96%，降雨類別 F1 分數約 0.63 - 0.67，顯示不平衡處理有效提升模型偵測降雨的能力。

最終，本研究將成果部署至 Web 平台，使用者可上傳天空照片並指定測站，即可獲得未來短時間內的降雨預測。此系統具備即時性與實用性，可望應用於防災、交通、農業與再生能源等領域。

關鍵詞：物件辨識、機器學習、分類迴歸

二、緣由與目的

近年極端氣候事件頻繁，短時強降雨常造成交通中斷、農作損害與積淹水。傳統數值天氣預報模式 (NWP) 難以即時反映局部對流降雨，統計與傳統機器學習方法則缺乏天空狀態描述，深度學習雖強大但成本高昂。

本研究旨在：

1. 建立結合雲型影像與測站資料的短時降雨分類方法。

- 採用 SMOTE/ADASYN 處理不平衡樣本，提升降雨事件偵測能力。
- 驗證 Decision Tree 與 Balanced Random Forest 的效能。
- 建立即時推論系統，探索其於防災、交通、農業與能源的應用價值。

三、架構流程

整體研究流程分為六步驟：

- 雲型資料蒐集與標註：從公開影像與自行拍攝照片建立標註資料集。
- 雲型辨識訓練與驗證：以 YOLO 模型訓練並監控 mAP、Precision、Recall。
- 氣象站資料蒐集與整合：透過 CODiS 平台下載，並以自架網站進行管理。
- 天空照片蒐集：自行拍攝並建立具時間與測站資訊的照片資料庫。
- 照片與氣象站資料整合：將雲型辨識輸出與測站觀測 JOIN，並擴展至拍照後 2 小時的資料。
- 用 Decision Tree 與 Balanced Random Forest 分類器，並搭配 SMOTE/ADASYN 處理資料不平衡。透過多隨機種子實驗，以準確率、召回率與 F1 分數評估模型在未來 1 與 2 小時降雨預測的效能。
- 實際上線應用：爬取氣象站即時數據，搭配已訓練之模型，提示使用者未來 2 小時內可能的降雨狀況

四、技術方法

本研究以 YOLO 模型進行雲型辨識，輸出雲型類別、信心度與影像亮度等特徵，

並與中央氣象局逐時降水紀錄整合，建立 RainNow、RainNext1h 與 RainNext2h 標籤。特徵工程方面，針對數值欄位進行缺值插補，類別變數則採用編碼處理。

在模型訓練部分，採用 Decision Tree 與 Balanced Random Forest 分類器，並引入 SMOTE/ADASYN 等不平衡資料處理技術，以提升降雨事件的偵測能力。效能評估以準確率、召回率與 F1 分數為主要指標，檢驗模型在短時降雨預測上的表現。

五、工具與實驗環境

開發語言為 Python，主要依賴 YOLOv8 框架進行雲型辨識。硬體環境配置 NVIDIA GPU 與 Windows 11。實驗中使用 Pandas、Scikit-learn、XGBoost 等工具進行特徵工程與模型訓練。

六、實驗結果與分析

雲型辨識實驗顯示，YOLO 模型在測試集上的 mAP@0.5 為 0.3633，mAP@0.5:0.95 為 0.2241，Precision 0.6681，Recall 0.3978，Top-3 命中率達 77.55%。雖然 Recall 偏低，但仍能提供有效的雲型特徵，作為降雨預測的重要輸入。

在短時降雨分類部分，本研究採用 Decision Tree 與 Balanced Random Forest，並引入 SMOTE/ADASYN 改善降雨樣本不足的問題。實驗結果顯示，未經平衡化時，模型幾乎無法偵測降雨事件；經過處理後，準確率提升至 95%–96%，降雨類別的 F1 分數可達 0.63–0.67，召回率亦顯著改善。另比較是否加入照片特徵，結果發現結合影像與測站資料的模型明顯優於僅依靠測站數據的模型，整體效能顯著提升。

綜合而言，資料平衡化與影像特徵的引入有效改善了少數類別的預測能力，使模型能兼顧高準確率與合理的降雨偵測效能。然而，由於資料量仍有限，降雨事件的判斷仍存在誤差，未來若能持續擴充影像與測站樣本，並導入更進階的時序深度學習模型，將有助於進一步提升短時降雨預測的穩定性與可靠性。

七、結論

本研究建立一個整合雲型影像與氣象測站資料的短時降雨預測模型，透過 SMOTE/ADASYN 改善資料不平衡，並驗證影像特徵能顯著提升模型效能。實驗結果顯示，模型準確率可達 95% 以上，降雨類別 F1 分數提升至 0.63–0.67，展現兼顧高準確率與合理偵測能力的可行性。雖然資料量有限，仍顯示此方法具實務應用潛力，未來可望藉由擴充資料與導入深度時序模型，進一步應用於防災、農業、交通與能源調度等領域。

八、參考文獻

- [1]中央氣象署. (2025). CODiS 氣象觀測資料查詢服務 [Data set]. 中央氣象署. <https://codis.cwa.gov.tw/>
- [2]Winmaniraja, B., & Santhi, K. (2025). Rainfall prediction system using machine learning algorithm. *International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering*, 13(3). <https://ijireeice.com/wp-content/uploads/2025/03/IJIREEICE.2025.13343.pdf>
- [3]Jayasree, A., Sasidharan, S. K., Sivadas, R., & Ramakrishnan, J. A. (2025). Prediction of rainfall categories in Kerala, India, using satellite imagery and a YOLOv8 classifier. *Traitemen du Signal*, 42(2), 1019–1027.
- [4]蕭偉泓. (2022). 應用卷積神經網路於雲影像降雨預測 [碩士論文, 嶺東科技大學]. Airiti Library. <https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/U0103-0108202215170100>

[5] Cahyani, N., Putri, W. A., & Irsyada, R. (2024). Improving multiclass rainfall prediction with multilayer perceptron and SMOTE: Addressing class imbalance challenges. *Brilliance: Research of Artificial Intelligence*, 4(2), 1–10.
<https://jurnal.itscience.org/index.php/brilliance/article/view/5203>

[6] Nureehan Salaeh, Sirimon Pinthong, Warit Wipulanusat, Uruya Weesakul, Jakkarin Weekaew, Quoc Bao Pham, Pakorn Ditthakit, Resampling-driven machine learning models for enhanced high streamflow forecasting, *Water Cycle*, Vol. 7, 2026, pp. 99-119
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666445325000340>

[7] Ruhollah Taghizadeh-Mehrjardi, Karsten Schmidt, Kamran Eftekhari, Thorsten Behrens, Mohammad Jamshidi, Naser Davatgar, Norair Toomanian, Thomas Scholten, "Synthetic resampling strategies and machine learning for digital soil mapping in Iran", *European Journal of Soil Science*, Vol. 71, Issue 3, pp. 352-368, 12 September 2019
<https://bsssjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ejss.12893>